

## Usulan Penerapan *Process Capability* dan *Acceptance Sampling Plans* Berdasarkan MIL-STD 1916 untuk Pengendalian Kualitas Produk pada PT. XYZ

Yudha Aditya<sup>1</sup>, A. Jabbar M. Rambe<sup>2</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155  
Email: yudha.dtya30@gmail.com<sup>1</sup>  
Email: a.jabbar@usu.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak.** PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi crumb rubber (SIR 20). Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan keseluruhan proses pada PT. XYZ yang berlangsung dalam menghasilkan produk crumb rubber SIR 20. Pengendalian proses dilakukan dengan memakai metode *Process Capability* dan pengendalian pemeriksaan produk akhir dilakukan dengan metode *Acceptance Sampling Plans* berdasarkan metode MIL-STD 1916. Hasil yang diperoleh dari nilai indeks *Process Capability* untuk variabel kadar kotoran, abu, zat menguap, *Plasticity Retention Index* (PRI) dan nitrogen adalah lebih kecil dari 1 ( $C_p < 1$ ). Sedangkan dari perhitungan *Acceptance Sampling Plans* berdasarkan metode MIL-STD 1916 diperoleh semua variabel ditolak. Sehingga jenis pemeriksaan yang dilakukan adalah dari normal ke ketat. Mutu produk crumb rubber SIR 20 diperbaiki dengan cara: bahan baku harus dilakukan pengujian untuk melihat tingkat kadar kotoran yang terkandung didalam *lateks*; proses pencucian dilakukan dengan menggunakan air yang bersih sehingga kadar kotoran seperti serpihan kayu, tanah dan pasir dapat terpisah dari *lateks*; proses penjemuran seharusnya dilakukan selama 7-12 hari agar *lateks* kering dengan sempurna; dan pemeriksaan berkala pada mesin giling *creeper* sehingga gumpalan remah-remah karet berukuran kecil sehingga tidak menyimpan banyak air.

**Kata Kunci:** Proses Kontrol Statistik, Proses Kapabiliti, Rencana Sampling Penerimaan, MIL-STD 1916.

**Abstract.** PT. XYZ is a company that produces crumb rubber (SIR 20). This study aims to control the entire process of the PT. XYZ that goes in producing crumb rubber SIR 20. Control of the process is done by using methods of *Process Capability* and control of the final product inspection carried out by the method of *Acceptance Sampling Plans* based methods of MIL-STD 1916. The results obtained from the *Process Capability* index value for the variable levels of dirt, dust, vaporized substances, *plasticity Retention Index* (PRI) and the nitrogen is less than 1 ( $C_p < 1$ ). While the calculation of *Acceptance Sampling Plans* based method MIL-STD 1916 acquired all of the variables is rejected. So the type of examination performed is from normal to tight. Product quality crumb rubber SIR 20 improved by: raw materials should be tested to see how the levels of impurities contained in the latex; washing process performed using clean water so that the levels of impurities such as wood chips, soil and sand can be separated from the latex; drying process should be carried out for 7-12 days for the latex dry completely, and periodic checks on rollers *creeper* that blob of rubber crumbs are small so it does not store much water.

**keywords:** Statistical Process Control, Capability Process, Acceptance Sampling Plans, MIL-STD 1916.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa, Fakultas Teknik Departemen Teknik industri, Universitas Sumatera Utara

<sup>2</sup> Dosen Pembimbing, Fakultas Teknik Departemen teknik Industri, universitas Sumatera Utara

## 1. PENDAHULUAN

Kualitas merupakan faktor dasar yang mempengaruhi pilihan konsumen untuk berbagai jenis produk yang berkembang pesat dewasa ini. Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang (Deming, 1982). Untuk itulah setiap perusahaan memiliki satu departemen *quality control* yang bertanggungjawab untuk mengendalikan dan menjaga kualitas produk agar memiliki daya saing dalam menghadapi pasar yang semakin kompetitif. PT. XYZ adalah perusahaan industri yang bergerak dibidang usaha *manufacturing* pengolahan *crumb rubber*. Pengolahan *crumb rubber* bertujuan untuk meningkatkan derajat bahan baku mutu rendah menjadi produk yang lebih bermutu.

Bahan baku untuk pembuatan *crumb rubber* ini biasanya disebut dengan bokar (bahan olah karet). Cara penyortiran bahan baku (bokar) pertama sekali adalah bokar disortir secara kasat mata kemudian bokar dipotong dengan *coagulum cutter*. Hasil penyortiran kemudian ditimbang sesuai dengan kualitas masing-masing lalu ditumpuk untuk menunggu proses pembersihan. Bahan olah karet (bokar) diangkut dengan *shovel loader* ke dalam bak air yang kemudian diangkut dengan *shovel holder* ke mesin *slab cutter* I. Pada mesin *slab cutter* tersebut bokar dicincang menjadi potongan-potongan kecil sebesar kepalan tangan. Hasil olahan dengan mesin *slab cutter* I diangkut ke bak pembersihan I dengan *belt conveyor* sambil disiram dengan air agar kotorannya terpisah. Setelah dicuci dalam bak pembersihan I, bokar diangkut ke mesin *slab cutter* II dengan *bucket elevator*. Kemudian butiran-butiran karet diangkut dengan *bucket elevator* ke mesin *hammer mill*, yang mencincang bokar menjadi potongan-potongan kecil. Hasil keluaran dari *hammer mill* dijatuhkan ke *vibrating screen* dengan corong gravitasi, diayak di *vibrating screen* dengan ukuran diameter lubang 0.5 cm dan disirami air secara terus menerus. Butiran-butiran karet yang lolos dari *vibrating screen* dialirkan ke bak pembersihan III dengan *belt conveyor* untuk memisahkan kotoran. Kemudian butiran-butiran karet diangkut dengan *Bucket Elevator* ke *rotary cutter*. Hasil olahan *rotary cutter* yang berupa potongan-potongan kecil bokar dimasukkan ke dalam bak pembersihan IV dan terjadi pemisahan kotoran. Butiran-butiran karet diangkut ke stasiun kerja ini dengan menggunakan *bucket elevator*. Proses awal dari tahap ini adalah pembentukan lembaran oleh mesin *creeper* I. Lembaran kemudian diangkut ke *creeper* II dengan *belt conveyor* untuk diproses menjadi lembaran yang lebih panjang. Hasil olahan *creeper* II ini diangkut

dengan *belt conveyor* ke mesin *shredder* untuk dicincang kembali menjadi potongan-potongan kecil yang langsung ditampung dalam bak pembersihan. Kemudian, butiran-butiran karet diangkut dengan *bucket elevator* ke *creeper* III untuk dibentuk kembali menjadi lembaran. Proses selanjutnya adalah melalui mesin *creeper* IV, V, VI, VII dan VIII dengan pola proses yang sama. Lembaran karet yang dihasilkan oleh *creeper* VIII mencapai panjang sekitar 7 m kemudian diangkut dengan *hand truck* penjemuran. Lembaran karet dijemur pada rak-rak penjemuran yang dibuat bertingkat-tingkat. Lembaran karet kering dari penjemuran dibawa ke mesin *shredder* dengan *hand truck*. Pada mesin tersebut, lembaran dicincang menjadi butiran-butiran kecil dan langsung ditampung pada bak pembersihan. Butiran-butiran tersebut kemudian diangkut dengan *bucket elevator* ke corong pengisi yang berfungsi untuk memudahkan pengisian butiran-butiran bokar ke dalam troli *biscuit crumb*. Setelah penuh, troli-troli tersebut dimasukkan ke dalam *drier*. Troli yang sudah terisi penuh dengan butiran-butiran bokar dimasukkan ke dalam *drier*. Pada tahap pertama bokar dipanaskan dengan *burner* 1 dengan suhu  $135^{\circ}$  selama 50 menit didalam mesin *drier*. Setelah itu dipanaskan lagi di *burner* 2 dengan suhu  $115^{\circ}$  selama 50 menit dalam mesin *drier*. Setelah dipanaskan bokar didinginkan dengan *blower* dengan suhu  $31^{\circ}$  C selama 210 menit. Butiran-butiran yang keluar dari *drier* dikeluarkan dari dalam troli, lalu ditimbang dengan berat 35 kg. Kemudian *crumb rubber* tersebut dipres menjadi berbentuk empat persegi dengan ukuran 28 in x 14 in x 6,5 in. Lama pengepresan adalah kurang lebih 30 detik. Lalu dibawa ke *metal detector* untuk mendeteksi kandungan logam pada *crumb rubber* dan diambil beberapa potongan kecil sampel untuk diteliti. Kemudian dibawa ke laboratorium untuk memastikan kualitas *crumb rubber* tersebut. Bongkahan *crumb rubber* yang telah dipres dibungkus dengan plastik bermerk lalu disusun di dalam palet. Satu palet berisi 36 bal. Palet dipres supaya rata, kemudian diangkut ke gudang produk jadi.

Untuk memenuhi keinginan konsumen maka PT. XYZ memiliki standar spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Spesifikasi standar mutu *crumb rubber* dengan mutu SIR 20 disesuaikan dengan ketentuan dari pihak pabrik, yaitu : Kadar kotoran (0.08 – 0.14 %), Kadar abu (0.5 – 0.7 %), Kadar zat menguap (0.18 – 0.35 %), Kadar PRI (70 – 80 %), dan Kadar nitrogen (0.2 – 0.3 %). Akan tetapi dari data hasil uji di laboratorium *quality control*, produk yang dihasilkan dari proses produksi tidak selalu menghasilkan kualitas yang seragam dan terkadang keluar dari spesifikasi.

Ketidak seragaman ini mengakibatkan banyak produk *crumb rubber* yang *reject* sehingga merugikan pihak perusahaan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengendalian kualitas.

Pokok permasalahannya terjadi karena masih terdapat produk *crumb rubber* yang belum memenuhi spesifikasi, akibatnya produk yang dihasilkan kualitasnya menjadi bervariasi dan belum sesuai dengan standar mutu. Inilah yang menjadi latar belakang permasalahan dalam penelitian ini, sehingga dilakukan pemeriksaan dan upaya pengendalian kualitas dengan metode *Process Capability* dan *Acceptance Sampling Plans* berdasarkan MIL-STD 1916.

## 2. BATASAN DAN ASUMSI PENELITIAN

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Objek Penelitian ini dilakukan pada pabrik PT. XYZ
2. Analisa masalah hanya dilakukan pada produk *Crumb Rubber* SIR 20.
3. Variabel yang akan diuji adalah: kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap, kadar PRI dan kadar nitrogen.
4. Spesifikasi standar mutu terhadap variabel uji sesuai dengan ketentuan dari pihak pabrik, yaitu :
  - Kadar kotoran = 0.08 – 0.14 %
  - Kadar abu = 0.5 – 0.7 %
  - Kadar zat menguap = 0.18 – 0.35 %
  - Kadar PRI = 70 – 80 %
  - Kadar nitrogen = 0.2 – 0.3 %
5. Tidak melakukan suatu evaluasi sistem manajemen perusahaan yang berhubungan dengan penerapan pengendalian kualitas.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Kondisi dan metode kerja perusahaan tidak berubah selama penelitian berlangsung.
2. Karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan terhadap produk yang dihasilkan perusahaan tidak mengalami perubahan.
3. Tidak terjadi perubahan prosedur pengendalian kualitas selama penelitian berlangsung.
4. Proses produksi berlangsung seperti biasa dan tidak ada gangguan selama penelitian berlangsung.
5. Teknik sampling yang digunakan adalah *Systematic Sampling*.
6. Seluruh data yang diperoleh dari perusahaan dianggap benar.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bagian produksi *crumb rubber* PT. XYZ di Medan, Sumatera Utara. Penelitian ini digolongkan sebagai penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang berusaha untuk memaparkan pemecahan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data-data atau memberikan gambaran yang lebih detail mengenai gejala atau fenomena. Jadi penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian, dan pengolahan data, serta analisis dan interpretasi. Populasi dalam penelitian ini adalah semua produk *crumb rubber* SIR 20 yang diproduksi di PT. XYZ. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah metode *systematic sampling*. Metode ini digunakan karena sampel diambil hanya sebagian dari populasi, dan jenis dari sampel yang diteliti bersifat homogen (sejenis). Pengambilan sampel dilakukan pada hasil produk *crumb rubber* yang telah diproduksi. Dalam penelitian ini instrumen penelitian yang digunakan yaitu dokumentasi perusahaan.

### 3.1. Metode Sampling

Metode *sampling* sering dilawankan dengan sensus yaitu suatu metode pengumpulan data secara menyeluruh yaitu seluruh sumber data ditelusuri dan setiap elemen data yang dibutuhkan diambil.

Metode *systematic sampling* termasuk dalam *probability sampling* dimana penarikan sampel yang terkait dengan faktor probabilitas. Metode *systematic sampling* adalah metode pengambilan sampel dari populasi dengan cara menarik elemen setiap kelipatan ke  $n$  dari populasi tersebut mulai dari urutan yang dipilih secara random diantara nomor 1 hingga  $n$ . Misalkan sebuah sampel berukuran 25 akan ditarik dari populasi yang berukuran 250. Elemen-elemen dalam populasi diberi nomor urut 1 hingga 250. Jika ukuran sampel dibandingkan dengan ukuran populasi misalkan terdapat 6 kelipatan. Berdasarkan jumlah kelipatan ini diambil secara random sebagai elemen pertama dalam sampel yaitu salah satu dari nomor urut 1 hingga 6, misalkan nomor 4. Dengan demikian  $n$  adalah 4. Maka nomor urut elemen populasi yang akan menjadi elemen sampel adalah elemen-elemen dengan nomor urut 4, 10, 16, 22, 28, 34 dan seterusnya.

### 3.2. Metode Kolmogorov-Smirnov

Metode *Kolmogorov-Smirnov*, yang merupakan uji kenormalan paling populer, didasarkan pada nilai

D. Langkah-langkah penyelesaian dan penggunaan rumus namun pada signifikansi metode *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan tabel pembandingan *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk mengetahui apakah distribusi nilai-nilai sampel yang teramati sesuai dengan distribusi teoritis tertentu (normal, uniform, poisson, eksponensial). Uji *Kolmogorov-Smirnov* beranggapan bahwa distribusi variabel yang sedang diuji bersifat kontinu dan pengambilan sampel secara acak sederhana. Dengan demikian uji ini hanya dapat digunakan, bila variabel diukur paling sedikit dalam skala ordinal.

### 3.3. Control Chart

Peta kontrol merupakan penggambaran secara visual mengenai mutu barang atau jasa. Sebagai tambahan, peta kontrol dapat disajikan untuk masing-masing karakteristik atau atribut mutu. Ordinat sebagai sumbu tegak merupakan peta kontrol yang mewakili pengukuran dimensi mutu keseluruhan untuk suatu dimensi mutu tertentu. Absis sebagai sumbu datar (horizontal) mewakili, baik banyaknya elemen sampel (*sampel number*) atau waktu. Peta kontrol meliputi suatu garis pusat (*central line*) mewakili nilai rata-rata dimensi mutu yang meliputi seluruh kisaran (*range sampel*). Peta kendali dapat dibagi atas dua tipe umum, yaitu :

1. Peta kendali atribut (sifat), digunakan apabila karakteristik mutu tidak dapat dinyatakan secara numerik.
2. Peta kendali variabel, digunakan apabila karakteristik mutu dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan. Penulis menggunakan peta kendali  $\bar{X}$  dan R, karena karakteristik mutu yang diamati adalah variabelnya.

### 3.4. Process Capability

*Process capability* (Kemampuan proses) adalah variabilitas bawaan dari produk yang diperoleh dari suatu proses. Oleh karena itu melalui *process capability* dapat dilihat variabilitas atau tingkat keseragaman dalam karakteristik proses yang telah ditetapkan dalam ukuran indeks dan sejauh mana proses mampu (*capable*) dalam memproduksi dari spesifikasi (diartikan sebagai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan) yang diijinkan. Dalam hal ini, pihak manajemen memiliki kewajiban untuk memastikan bahwa proses yang dilakukan mampu memenuhi spesifikasi sehingga bisa dikatakan sebagai proses yang stabil. Suatu proses dapat stabil dan diramalkan, seperti yang ditunjukkan *control chart*, tapi juga dapat

menghasilkan buangan, karena proses yang sangat beragam tidak akan mampu mencapai tujuan mutu produk. Nilai yang menentukan bahwa proses telah sesuai atau tidak terhadap karakteristik proses adalah nilai dari Cp dan Cpk, dimana nilai minimum dari Cp dan Cpk yang dianjurkan adalah 1,00. Kedua nilai ini harus dilakukan secara bersama, untuk menghasilkan standar proses yang diinginkan.

### 3.5. Acceptance Sampling Plans (Rencana Sampling Penerimaan)

Melakukan rencana sampling penerimaan tidak terlepas dari cara pemilihan sampel yang representatif, sehingga dapat memberi gambaran yang tepat tentang karakteristik populasi yang diselidiki. Rencana sampling menunjukkan ukuran sampel dan cacat yang diijinkan dalam sampel untuk menentukan apakah suatu populasi diterima atau tidak. Didalam rencana sampling secara statistik memerlukan pertimbangan terhadap resiko produsen ( $\alpha$ ), yaitu penolakan terhadap suatu lot yang baik. Dan resiko konsumen ( $\beta$ ), yaitu penerimaan terhadap lot yang jelek.

MIL-STD 1916 adalah singkatan dari *Military Standard 1916* yang merupakan salah satu dari teknik untuk rencana sampel penerimaan yang terdiri dari tiga perencanaan sampling sekaligus yaitu pemeriksaan sampel dari lot atau *batch* yang bersifat variabel atau atribut. Perlu diketahui bahwa kedua sifat sampel tersebut dapat dipilih salah satunya sesuai dengan penelitian yang dilakukan dan disesuaikan dengan produk yang dihasilkan.

Tujuan dari standar ini adalah untuk membantu sebuah perusahaan yang menghasilkan barang maupun jasa dalam menghasilkan proses yang efisien dan efektif yang sesuai dengan prosedur yang berlaku dengan menggunakan alat perencanaan sampling ini. Dalam menentukan proses perencanaan sampling, hal-hal yang pertama sekali yang harus diketahui lebih dahulu adalah :

#### 1. Verification Level

*Verification Level* (VL) adalah gambaran dari tingkat utilitas suatu karakteristik dalam suatu proses. Penentuan nilai VL tergantung jenis karakteristik yang diteliti. Jenis karakteristik dalam hal pemeriksaan dibagi atas tiga bagian, yaitu : minor karakteristik, major karakteristik dan kritikal karakteristik.

- a. Minor karakteristik adalah gambaran karakteristik yang menunjukkan bahwa kurangnya usaha untuk menghindari adanya kesalahan-kesalahan yang terjadi, baik itu pada saat produksi atau

penanganan material. Tingkat VL yang digunakan adalah mulai dari VL-I sampai VL-III, yaitu :

VL-I : digunakan apabila kondisi produksi tidak pernah mengalami kesalahan.

VL-II : pemeriksaan dengan kondisi variasi produksi hampir tidak pernah ada.

VL-III : pemeriksaan dengan sedikit variasi dalam produksi.

- b. Major karakteristik adalah gambaran karakteristik yang harus menghindari kesalahan produksi atau pengurangan material (*material reduction*) pada saat proses lagi berjalan. Tingkat VL yang digunakan adalah mulai VL-IV sampai VL-VI, yaitu :

VL-IV : jenis level umum yang digunakan oleh perusahaan.

VL-V : jenis level yang membutuhkan satu kali pemeriksaan dari VL-IV.

VL-VI : jenis pemeriksaan yang digunakan apabila ada perbedaan yang besar

terhadap spesifikasi yang ditetapkan.

- c. Kritisal karakteristik adalah karakteristik yang menunjukkan bahwa suatu sistem dalam keadaan sangat berbahaya (*hazardous*) atau bisa dikatakan sebagai kondisi tak terselamatkan (*unsafe condition*) bila dalam jangka tertentu tidak diantisipasi dengan menggunakan pemeriksaan prinsip otomatis yang menggunakan sistem komputerisasi. Hal ini terdapat pada kondisi suatu perusahaan yang terancam hancur/tutup (*unsafe manufacture*). *Verification level* yang digunakan adalah VL-VII.

2. Tipe dari sampling yang diteliti (variabel)  
Penggunaan perencanaan sampling variabel, atribut dan continuous MIL-STD 1916 harus menggunakan prinsip sampel secara random dan khusus untuk variabel distribusinya normal.
3. Penentuan kode huruf (CL) terhadap besar lot yang diperiksa.

Setelah VL dispesifikasi maka kode huruf jumlah lot/*batch* bisa dilihat dari Tabel 1

**Tabel 1. Kode Huruf untuk Lot/*Batch***

Lot Or Poduction Interval Size	Verification Levels						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
2 – 170	A	A	A	A	A	A	A
171 – 288	A	A	A	A	A	A	B
289 – 544	A	A	A	A	A	B	C
545 – 960	A	A	A	A	B	C	D
961 – 1632	A	A	A	B	C	D	E
1633 – 3072	A	A	B	C	D	E	E
3073 – 5440	A	B	C	D	E	E	E
5441 – 9216	B	C	D	E	E	E	E
9217 – 17408	C	D	E	E	E	E	E
17409 – 30720	D	E	E	E	E	E	E
30721 – dst	E	E	E	E	E	E	E

**Sumber : DoD Article MIL-STD 1916 USA**

Aturan pengalihan pemeriksaan prosedur pemeriksaan normal, ketat dan diperlonggar adalah sebagai berikut :

1. Normal ke ketat

Dua lot tidak memenuhi kriteria penerimaan dari lima lot terakhir yang diperiksa.

2. Ketat ke normal

- Penyebab-penyebab produk rusak yang telah ditemukan.
- Lima lot secara berurutan diterima atau sesuai dengan kriteria penerimaan.

3. Normal ke longgar

- Sepuluh lot secara berurutan diterima atau sesuai dengan kriteria penerimaan.
- Proses produksi dalam keadaan mantap.

4. Longgar ke normal

- 1 lot ditolak.
- Proses produksi tidak teratur dan sering mengalami delay.
- Kondisi pabrikasi lainnya menjamin pemeriksaan normal untuk dilakukan kembali.

Bagi perencanaan sampling penerimaan, pemeriksaan normal dilakukan pada awal pemeriksaan. Pengalihan prosedur pemeriksaan dapat dilakukan sesuai dengan kondisi yang dihadapi atau yang terjadi.

#### 4. HASIL

Perhitungan yang dilakukan untuk setiap data variabel tersebut dilakukan dengan cara yang sama, sehingga penulis mengambil satu sampel data yaitu kadar kotoran.

#### 4.1. Pengumpulan Data

Metode pengambilan sampel adalah metode *systematic sampling*. Dimana nomor pallet yang diambil sebagai sampel diperoleh dari hasil pembangkitan bilangan random menggunakan excel. Dapat dilihat pada lampiran 1. Kemudian di tarik sampel sebanyak 4 kali dari 36 blok *crumb rubber* yang tersusun di dalam 1 pallet, yaitu blok *crumb rubber* nomor 9, 18, 27 dan 36.

Data yang didapat merupakan data persentase kadar kotoran, abu, zat menguap, PRI dan nitrogen pada *crumb rubber*. Berikut adalah data variabel kadar kotoran dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kadar Kotoran (%)**

Sample	Pengukuran (%)				Sample	Pengukuran (%)			
	X1	X2	X3	X4		X1	X2	X3	X4
1	0.11	0.12	0.09	0.09	14	0.10	0.10	0.13	0.12
2	0.07	0.08	0.11	0.10	15	0.16	0.13	0.12	0.13
3	0.11	0.06	0.06	0.11	16	0.08	0.08	0.06	0.13
4	0.09	0.11	0.08	0.12	17	0.10	0.13	0.09	0.10
5	0.09	0.12	0.10	0.10	18	0.10	0.06	0.09	0.09
6	0.07	0.10	0.14	0.07	19	0.14	0.10	0.09	0.11
7	0.12	0.09	0.12	0.09	20	0.08	0.09	0.09	0.10
8	0.15	0.07	0.10	0.10	21	0.07	0.07	0.10	0.10
9	0.08	0.08	0.15	0.06	22	0.07	0.11	0.12	0.12
10	0.10	0.08	0.10	0.10	23	0.13	0.08	0.11	0.07
11	0.14	0.11	0.09	0.13	24	0.12	0.09	0.13	0.12
12	0.12	0.08	0.10	0.11	25	0.12	0.08	0.13	0.13
13	0.09	0.14	0.11	0.11					

#### 4.2. Pengolahan Data

##### A. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{\alpha} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$N' = \left[ \frac{39.2 \sqrt{25(0.261) - (2.538)^2}}{2.538} \right]^2$$

$$N' = 22.394$$

$N' (22.394) < N (25)$ , berarti jumlah pengamatan sudah mencukupi.

##### B. Uji Kenormalan Data

Hasil distribusi frekuensi dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Uji kenormalan dengan Kolmogorov-Smirnov Test untuk Kadar Kotoran**

No.	X	Fa(x)	$\bar{x}$	$\sigma$	Z	Fe(x)	D =  Fa(X) – Fe(X)
1	0.082	0.040	0.102	0.013	-1.543	0.061	0.021
2	0.083	0.080	0.102	0.013	-1.457	0.073	0.007
3	0.085	0.120	0.102	0.013	-1.309	0.095	0.025
4	0.086	0.160	0.102	0.013	-1.237	0.108	0.052

**Tabel 3. Uji kenormalan dengan Kolmogorov-Smirnov ... (Lanjutan)**

No.	X	Fa(x)	$\bar{x}$	$\sigma$	Z	Fe(x)	D =  Fa(X) – Fe(X)
5	0.089	0.200	0.102	0.013	-0.984	0.162	0.038
6	0.091	0.240	0.102	0.013	-0.846	0.199	0.041
7	0.092	0.280	0.102	0.013	-0.743	0.229	0.051
8	0.093	0.320	0.102	0.013	-0.700	0.242	0.078
9	0.093	0.360	0.102	0.013	-0.693	0.244	0.116
10	0.098	0.400	0.102	0.013	-0.278	0.390	0.010
11	0.101	0.440	0.102	0.013	-0.050	0.480	0.040
12	0.101	0.480	0.102	0.013	-0.028	0.489	0.009
13	0.103	0.520	0.102	0.013	0.090	0.536	0.016
14	0.103	0.560	0.102	0.013	0.128	0.551	0.009
15	0.103	0.600	0.102	0.013	0.157	0.562	0.038
16	0.105	0.640	0.102	0.013	0.291	0.614	0.026
17	0.106	0.680	0.102	0.013	0.352	0.638	0.042
18	0.108	0.720	0.102	0.013	0.495	0.690	0.030
19	0.110	0.760	0.102	0.013	0.712	0.762	0.002
20	0.111	0.800	0.102	0.013	0.742	0.771	0.029
21	0.113	0.840	0.102	0.013	0.893	0.814	0.026
22	0.115	0.880	0.102	0.013	1.097	0.864	0.016
23	0.116	0.920	0.102	0.013	1.140	0.873	0.047
24	0.116	0.960	0.102	0.013	1.186	0.882	0.078
25	0.134	1.000	0.102	0.013	2.588	0.995	0.005
<b>Dmax</b>							<b>0.116</b>

Langkah pengujian hipotesanya :

1.  $H_0$  : Data tersebut Berdistribusi Normal  
 $H_1$  : Data tersebut Tidak Berdistribusi Normal
2. Level of Significant ( $\alpha$ ) = 0.05
3. Wilayah Kritis  $D_\alpha = 0.264$
4. Nilai D ( $D_{max}$ ) = 0.116  
 Kesimpulan :  $H_0$  diterima, karena  $D (0.116) \leq D_\alpha (0.264)$ . Hal ini berarti data kadar kotoran berdistribusi normal.

### C. Penentuan Batas Kendali dan Penentuan Indeks Process Capability

Untuk menentukan kemampuan proses yang dihasilkan terlebih dahulu ditentukan batas-batas kendali. Untuk batas kadar kotoran dengan memperhatikan data  $\bar{X}$  dan R seperti berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{2.538}{25} = 0.102$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} \dots\dots\dots (3)$$

$$= \frac{1.168}{25} = 0.047$$

Faktor-faktor yang digunakan untuk perhitungan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah adalah berdasarkan tabel faktor dengan  $n = 4$ , sehingga diperoleh :

$$d_2 = 2.059 ; D_3 = 0 ; D_4 = 2.282 ; A_2 = 0.729$$

Pada perhitungan batas kontrol peta  $\bar{X}$  untuk kadar kotoran dapat dihitung dengan :

$$UCL_x = \bar{X} + A_2 \bar{R} \dots\dots\dots (4)$$

$$= 0.102 + 0.729 (0.047) = 0.136$$

$$LCL_x = \bar{X} - A_2 \bar{R} \dots\dots\dots (5)$$

$$= 0.102 - 0.729 (0.047) = 0.067$$

Perhitungan batas kontrol peta  $\bar{R}$  untuk kadar kotoran adalah :

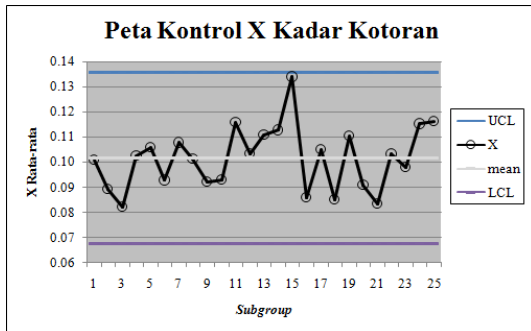
$$UCL_R = D_4 \bar{R} \dots\dots\dots (6)$$

$$= 2.282 \times 0.047 = 0.107$$

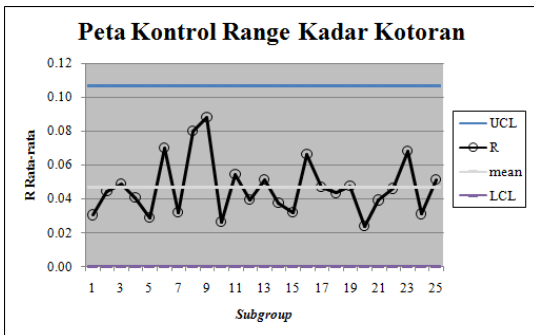
$$LCL_R = D_3 \bar{R} \dots\dots\dots (7)$$

$$= 0 \times 0.047 = 0$$

Berdasarkan perhitungan nilai batas kontrol atas dan bawah untuk masing-masing peta kendali  $\bar{X}$  dan R dapat dibuat peta kontrol (*control chart*). Peta kontrol peta  $\bar{X}$  dan R dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Peta Kontrol  $\bar{X}$  Kadar Kotoran



Gambar 2. Peta Kontrol R Kadar Kotoran

Berdasarkan Gambar 5.1 dan 5.2, terlihat bahwa pada peta  $\bar{X}$  dan R tidak terdapat data yang berada di luar batas kontrol. Karena semua data dalam batas kontrol, maka dapat dilakukan perhitungan  $C_p$  dan  $C_{pk}$ .

Spesifikasi yang diijinkan perusahaan untuk kadar kotoran adalah 0.08 – 0.14%.

$$\bar{R} = R_0$$

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots\dots\dots (8)$$

$$\sigma_0 = \frac{0.047}{2.059}$$

$$\sigma_0 = 0.023$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_0} \dots\dots\dots (9)$$

$$C_p = \frac{0.14 - 0.08}{6(0.023)}$$

$$C_p = 0.441$$

Nilai  $C_p = 0.441$ , nilai berada dalam kriteria  $C_p < 1$ .

$$C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_0} \dots\dots\dots (10)$$

$$C_{pl} = \frac{0.102 - 0.08}{3(0.023)}$$

$$C_{pl} = 0.316$$

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_0} \dots\dots\dots (11)$$

$$C_{pu} = \frac{0.14 - 0.102}{3(0.023)}$$

$$C_{pu} = 0.565$$

$$C_{pk} = \min[C_{pl}; C_{pu}] \dots\dots\dots (12)$$

$$C_{pk} = 0.316$$

Nilai  $C_{pk} = 0.316$ , berada dalam kriteria  $C_{pk} < 1$ .

#### D. Penentuan Rencana Sampling Penerimaan

Penarikan sampel untuk kadar kotoran adalah sebagai berikut:

- Nama Karakteristik Mutu :Kadar kotoran
- Jenis Pemeriksaan :normal
- *Verification Level* :IV
- *Code Letter* :B (ditentukan berdasarkan jumlah lot)
- Spesifikasi : 0.8 – 0.14 %
- Ukuran Lot : 1500
- Ukuran Sampel : 32 (diambil secara random)

Ukuran sampel yang diambil secara random dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Data Ukuran Sampel Pengujian Kadar Kotoran

No.	Sampel	No.	Sampel	No.	Sampel
1	0.11	12	0.11	23	0.09
2	0.07	13	0.13	24	0.10
3	0.11	14	0.12	25	0.16
4	0.09	15	0.06	26	0.14
5	0.09	16	0.09	27	0.12
6	0.07	17	0.09	28	0.10
7	0.12	18	0.09	29	0.15
8	0.15	19	0.09	30	0.10
9	0.08	20	0.15	31	0.09
10	0.10	21	0.08	32	0.10
11	0.14	22	0.12		

Tabel 5. Uji Kenormalan Data dengan *Kolmogorov-Smirnov Test* untuk Kadar Kotoran

No.	X	Fa(x)	$\bar{x}$	$\sigma$	Z	Fe(x)	D =  Fa(X) – Fe(X)
1	0.06	0.031	0.106	0.026	-1.750	0.040	0.009
2	0.07	0.063	0.106	0.026	-1.558	0.060	0.003



**Tabel 5. Uji Kenormalan Data dengan ... (Lanjutan)**

No.	X	Fa(x)	$\bar{x}$	$\sigma$	Z	Fe(x)	D =  Fa(X) - Fe(X)
3	0.07	0.094	0.106	0.026	-1.364	0.086	0.007
4	0.08	0.125	0.106	0.026	-1.172	0.121	0.004
5	0.08	0.156	0.106	0.026	-1.172	0.121	0.036
6	0.09	0.188	0.106	0.026	-0.748	0.227	0.040
7	0.09	0.219	0.106	0.026	-0.740	0.230	0.011
8	0.09	0.250	0.106	0.026	-0.699	0.242	0.008
9	0.09	0.281	0.106	0.026	-0.598	0.275	0.006
10	0.09	0.313	0.106	0.026	-0.491	0.312	0.001
11	0.09	0.344	0.106	0.026	-0.457	0.324	0.020
12	0.09	0.375	0.106	0.026	-0.449	0.327	0.048
13	0.09	0.406	0.106	0.026	-0.447	0.327	0.079
14	0.10	0.438	0.106	0.026	-0.403	0.344	0.094
15	0.10	0.469	0.106	0.026	-0.379	0.352	0.117
16	0.10	0.500	0.106	0.026	-0.378	0.353	0.147
17	0.10	0.531	0.106	0.026	-0.157	0.437	0.094
18	0.10	0.563	0.106	0.026	-0.048	0.481	0.082
19	0.11	0.594	0.106	0.026	0.024	0.510	0.084
20	0.11	0.625	0.106	0.026	0.033	0.513	0.112
21	0.11	0.656	0.106	0.026	0.053	0.521	0.135
22	0.12	0.688	0.106	0.026	0.547	0.708	0.020
23	0.12	0.719	0.106	0.026	0.595	0.724	0.005
24	0.12	0.750	0.106	0.026	0.687	0.754	0.004
25	0.12	0.781	0.106	0.026	0.720	0.764	0.017
26	0.13	0.813	0.106	0.026	1.031	0.849	0.036
27	0.14	0.844	0.106	0.026	1.116	0.868	0.024
28	0.14	0.875	0.106	0.026	1.334	0.909	0.034
29	0.15	0.906	0.106	0.026	1.508	0.934	0.028
30	0.15	0.938	0.106	0.026	1.730	0.958	0.021
31	0.15	0.969	0.106	0.026	1.730	0.958	0.011
32	0.16	1.000	0.106	0.026	1.904	0.972	0.028
<b>Dmax</b>							<b>0.147</b>

Langkah pengujian hipotesanya :

1.  $H_0$  : Data tersebut Berdistribusi Normal  
 $H_1$  : Data tersebut Tidak Berdistribusi Normal
2. *Level of Significant* ( $\alpha$ ) = 0.05
3. Wilayah Kritis  $D \alpha = 0.240$
4. Nilai D ( $D_{max}$ ) = 0.147

Kesimpulan :  $H_0$  diterima, karena  $D (0.147) \leq D \alpha (0.240)$ . Hal ini berarti data kadar kotoran berdistribusi normal.

Perhitungan terhadap penarikan sampel dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perhitungan Penarikan Sampel**

Item yang dihitung	Simbol	Hasil
USL	U	0.16
LSL	L	0.06

**Tabel 6. Perhitungan Penarikan Sampel (Lanjutan)**

Item yang dihitung	Simbol	Hasil	
Kode Huruf	CL	B	Lihat Tabel
Ukuran Nilai Sampel	$n_v$	32	Lihat Tabel
Nilai 'k'	k	2.46	Lihat Tabel
Nilai 'F' (untuk spesifikasi ganda)	F	0.188	Lihat Tabel
Rata-rata sampel	$\bar{X}$	0.106	Perhitungan
Standar Deviasi Sampel	S	0.026	Perhitungan
Nilai QU ( <i>Upper Quality Index</i> )	QU	1.904	$QU = \frac{(U - \bar{X})}{s}$
Nilai QL ( <i>Lower Quality Index</i> )	QL	1.750	$QL = \frac{(\bar{X} - L)}{s}$
Nilai F sampel, hanya untuk spesifikasi ganda	F'	0.274	$F' = \frac{s}{(USL - LSL)}$

Kriteria keputusan:

- Kriteria penerimaan : terima *lot/batch*, apabila semua syarat dibawah ini dipenuhi.
  - Untuk spesifikasi atas,  $QU \geq k : 1.904 \leq 2.46$  (tidak memenuhi)
  - Untuk spesifikasi bawah,  $QL \geq k : 1.750 \leq 2.46$  (tidak memenuhi)
  - Untuk spesifikasi ganda,  $F' \leq F : 0.274 \geq 0.188$  (tidak memenuhi)
 Kriteria penolakan: tolak apabila salah satu syarat diatas tidak memenuhi.
- Kesimpulan : Lot ditolak.

Dari hasil perhitungan maka didapatkan sampel penerimaan ditolak. Sehingga variabel kadar kotoran pada *crumb rubber* tidak memenuhi syarat dalam pengujian.

## 5. ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

### 5.1. Analisis dan Evaluasi Indeks *Process Capability* dan Indeks *Performance*

Indeks *process capability* dari hasil revisi untuk masing-masing karakteristik standar mutu dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Indeks *Process Capability* dari Hasil Masing-Masing Karakteristik Standar Mutu Produk**

No.	Karakteristik Mutu	Batas Spesifikasi (%)	Batas Kontrol	Batas Kontrol Revisi	<i>Process Capability</i>	Keterangan
1	Kadar Kotoran	0.08 – 0.14	0.067 – 0.136	-	$C_p = 0.441$ $C_{pu} = 0.565$ $C_{pl} = 0.316$ $C_{pk} = 0.316$	Tidak <i>Capable</i>
2	Kadar Abu	0.5 – 0.7	0.421 – 0.754	-	$C_p = 0.300$ $C_{pu} = 0.338$ $C_{pl} = 0.262$ $C_{pk} = 0.262$	Tidak <i>Capable</i>
3	Kadar Zat Menguap	0.18 – 0.35	0.139 – 0.299	-	$C_p = 0.532$ $C_{pu} = 0.818$ $C_{pl} = 0.246$ $C_{pk} = 0.246$	Tidak <i>Capable</i>
4	Kadar PRI	70 – 80	71.580 – 77.513	-	$C_p = 0.843$ $C_{pu} = 0.920$ $C_{pl} = 0.767$ $C_{pk} = 0.767$	Tidak <i>Capable</i>
5	Kadar Nitrogen	0.2 – 0.3	0.156 – 0.375	-	$C_p = 0.229$ $C_{pu} = 0.158$ $C_{pl} = 0.299$ $C_{pk} = 0.158$	Tidak <i>Capable</i>

Dari hasil analisis diperoleh penyebab kerusakan standar mutu produk *crumb rubber* SIR 20 dan tindakan yang dilakukan yaitu :

- Untuk bahan baku harus dilakukan pengujian untuk melihat tingkat kadar kotoran yang terkandung didalam lateks seperti serpihan kayu, tanah dan pasir sehingga bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang memiliki kualitas yang baik.
- untuk proses pencucian dilakukan dengan menggunakan air yang bersih sehingga kadar kotoran seperti serpihan kayu, tanah dan pasir dapat terpisah dari lateks.
- untuk proses penjemuran seharusnya dilakukan selama 7-12 hari agar lateks kering dengan sempurna.

- pemeriksaan berkala pada mesin giling *creeper* sehingga gumpalan remah-remah karet berukuran kecil-kecil dan tidak menyimpan banyak air.

## 5.2. Analisis dan Evaluasi Rencana Sampling Penerimaan

Penggunaan rencana sampel penerimaan untuk karakteristik standar mutu kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap, kadar PRI, dan kadar nitrogen dengan menggunakan metode MIL-STD 1916 dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Penentuan Acceptance Sampling Plans**

No.	Jenis Pengujian	Jenis Pemeriksaan								Keterangan	Keputusan
		Normal									
		CL	VL	n <sub>v</sub>	K	F <sub>tabel</sub>	QU	QL	F'		
1	Kadar Kotoran	B	IV	32	2.46	0.188	1.904	1.750	0.274	1.904 ≤ 2.46 1.750 ≤ 2.46 0.274 ≥ 0.188	Lot Ditolak
2	Kadar Abu	B	IV	32	2.46	0.188	1.761	1.769	0.283	1.761 ≤ 2.46 1.769 ≤ 2.46 0.283 ≥ 0.188	Lot Ditolak
3	Kadar Zat Menguap	B	IV	32	2.46	0.188	1.825	1.775	0.278	1.825 ≤ 2.46 1.775 ≤ 2.46 0.278 ≥ 0.188	Lot Ditolak
4	Kadar PRI	B	IV	32	2.46	0.188	1.629	2.153	0.264	1.629 ≤ 2.46 2.153 ≤ 2.46 0.264 ≥ 0.188	Lot Ditolak
5	Kadar Nitrogen	B	IV	32	2.46	0.188	1.719	1.894	0.277	1.719 ≤ 2.46 1.894 ≤ 2.46 0.277 ≥ 0.188	Lot Ditolak

Semua variabel kadar kotoran, abu, zat menguap, PRI dan nitrogen ditolak. Jadi diperoleh jenis pemeriksaan dari normal ke ketat.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil interpretasi data untuk masing – masing karakteristik standar mutu menunjukkan bahwa variasi data peta kontrol variabel berada pada batas control (*in control*). Jadi dari hasil analisa tidak perlu dilakukan revisi.

Perhitungan nilai *process capability* untuk masing – masing karakteristik standar mutu Cp = 0.441 untuk kadar kotoran, Cp = 0.300 untuk kadar abu, Cp = 0.532 untuk kadar zat menguap, Cp = 0.843 untuk kadar PRI, Cp = 0.229 untuk kadar nitrogen. Dengan melihat Cp untuk masing masing

karakteristik dapat disimpulkan bahwa proses memiliki kemampuan yang rendah dalam berproduksi.

Perhitungan *index capability* untuk masing – masing karakteristik standar mutu Cpk = 0.316 untuk kadar kotoran, Cpk = 0.262 untuk kadar abu, Cpk = 0.532 untuk kadar zat menguap, Cpk = 0.767 untuk kadar PRI, Cpk = 0.158 untuk kadar nitrogen. Dari perhitungan Cpk untuk masing - masing karakteristik dapat disimpulkan bahwa proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi yang ditentukan karena nilai Cpk < 1. Sehingga perlu dilakukan pengendalian yang ketat untuk menghasilkan proses yang lebih baik lagi agar (Cpk > 1).

Berdasarkan hasil perhitungan sampling penerimaan dengan menggunakan MIL-STD 1916 didapat bahwa karakteristik standar mutu kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap, kadar PRI

dan kadar nitrogen lot nya ditolak. Sehingga kelima variable tidak memenuhi syarat dalam pengujian. Pengalihan pemeriksaan dapat dilakukan dengan cara memperketat tingkat pemeriksaannya dari normal menjadi ketat dengan mengubah verifikasi (VL) satu tingkat ke kiri yaitu VL-IV.

## 6.2. Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut :  
Menggunakan *statistical process control*, khususnya peta kontrol X dan R secara periodik, untuk mendeteksi kesalahan secara dini. Karena dengan peta kontrol kita dapat melihat apakah suatu proses yang sedang berlangsung stabil atau tidak. Jika belum stabil, proses itu harus diperbaiki dahulu kemudian membangun peta kontrol terkendali (yang baru) untuk memantau proses yang stabil dengan kata lain proses terkendali. Dilihat dari rendahnya kemampuan proses yang ada, maka perusahaan perlu melakukan pengawasan yang ketat terhadap kinerja proses produksi agar proses yang dilakukan dapat memenuhi spesifikasi yang diterapkan, yang akhirnya dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Berkaitan dengan rendahnya kapabilitas proses yang didapat, perusahaan perlu memperhatikan kemampuan dan perawatan mesin sebelum proses produksi siap untuk dijalankan. Juga adanya arahan yang kontinu terhadap para operator terhadap tanggung jawab pekerjaannya.

Perlunya kesadaran, sikap intensif, tingkat komitmen bagi pekerja untuk melaksanakan tugas dengan sebaik – baiknya. Hal ini berdampak langsung terhadap proses dan produk yang akan dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani Dorothea Wahyu., **Pengendalian Kualitas Statistik**, Yogyakarta, Andi, 2003.
- Banks, J., ***Principles of Quality Control***. Canada : John Wiley & Sons, Inc., 1987.
- Besterfield D. H., ***Quality Control***, 5<sup>th</sup> Edition, Prentice-Hall International, Inc., United States of America, 1998.
- DoD Test Method Standard, Approve for public release, ***MIL-STD 1916***, United States of America, 1996.
- Gaspersz Vincent, **Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas**. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama, 2001.
- Grant E. L., and Leavenworth R. S., ***International Edition Statistical Quality Control***, 7<sup>th</sup> Edition, Mc Graw-Hill, United States of America, 1996.
- Gryna M. Frank., ***Quality Planning and Analysis***, 4<sup>th</sup> Edition. Singapore :Mc Graw-Hill, 2001.
- Montgomery D. C., ***Introduction to Statistical Quality Control***, 2<sup>th</sup> Edition. Canada : John Wiley & Sons, Inc., . 1985.
- Sinulingga. Sukaria, **Metode Penelitian**, Edisi 1, USU press, Medan, 2011.